

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3812813 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 12 813.6
㉑ Anmeldetag: 16. 4. 88
㉒ Offenlegungstag: 15. 6. 89

⑤ Int. Cl. 4:
H01 M 8/10
H 01 M 2/08
H 01 M 8/24
H 01 M 8/22

DE 3812813 A1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉓ Anmelder:

MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen
GmbH, 7990 Friedrichshafen, DE

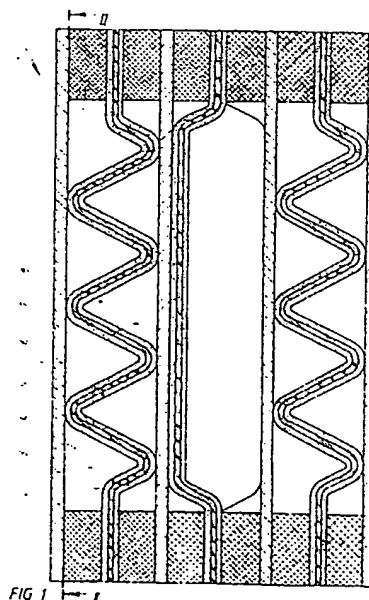
㉔ Erfinder:

Lemoine, Joseph, Dr., 7990 Friedrichshafen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektrochemisch arbeitende Brennstoffzelle

Die Erfindung betrifft eine elektrochemisch arbeitende Brennstoffzelle. Die Verwendung eines Glasmaterials mit elektrolytischer Leitfähigkeit für Wasserstoffionen für den zwischen zwei Elektroden liegenden Elektrolyten ermöglicht die Herstellung von Brennstoffzellen mit geringem Gewicht und Raumbedarf. Denn der Werkstoff Glas gewährleistet Gasdichtheit auch in Ausführung mit dünnen Schichten. Ferner besitzt der Werkstoff Glas eine hohe mechanische Festigkeit. Die Festigkeit läßt sich steigern durch wellenförmige Ausgestaltung der aus Elektroden und Elektrolyt bestehenden Schicht. Durch eine dadurch erzielte große Oberfläche der Elektroden lassen sich hohe Wirkungsgrade der Brennstoffzelle erreichen. Durch günstige Ausbildung der weiteren Bauelemente, wie beispielsweise der seitlichen Dichtfolien, lassen sich die Herstellungskosten niedrig halten.



DE 3812813 A1

Best Available Copy

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrochemisch arbeitende Brennstoffzelle nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, wie sie beispielsweise aus der Enzyklopädie "Naturwissenschaft und Technik", Zweiburgen-Verlag Weinheim, Band 1, 1979, Seiten 585 bis 593 als gattungsbildender Stand der Technik als bekannt hervorgeht.

Aus der eingangs genannten Literaturstelle geht eine Brennstoffzelle als bekannt hervor, die aus zwei als Katalysator dienenden Elektroden, die durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind, gebildet ist. Bei einer sogenannten Wasserstoff-Luft-Zelle wird an der einen Elektrode Wasserstoff zugeführt, wo die Wasserstoffatome in Protonen und Elektronen zerlegt werden. Die Protonen wandern durch den Elektrolyten hindurch, der also eine elektrolytische Leitfähigkeit für Protonen besitzt, und reagieren an der anderen Elektrode mit dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff, die dort zugeführt wird. Dabei entsteht Wasserdampf. Durch die bei den Reaktionen freiwerdenden Elektronen wird ein elektrisches Spannungspotential zwischen den beiden Elektroden erzeugt, das zum Betrieb eines Verbrauchers benutzt werden kann. Für große elektrische Leistungen werden Stapel von Brennstoffzellen gebildet, die in Reihe geschaltet werden. Zum Betrieb derartiger Brennstoffzellen sind natürlich Einrichtungen zum Zu- und Abführen der reagierenden Stoffe und der Reaktionsprodukte zu und von an die Elektrodenoberflächen angrenzende Räume, sowie Einrichtungen zur Wärmeabregulierung, beispielsweise Wärmetauscher, nötig. Als feste Werkstoffe für den Elektrolyten sind unter anderem Keramiken bekannt geworden.

Der Nachteil in der Verwendung von festen Elektrolyten aus Keramiken oder sonstigen bekannt gewordenen festen Materialien bei Brennstoffzellen liegt jedoch darin, daß sie in dünnen Schichten nicht gasdicht hergestellt werden können. Gasdichtheit ist jedoch eine Voraussetzung für den Betrieb der Brennstoffzelle. Wegen der notwendigen dicken Schichten, und nicht zuletzt auch zur Erzielung ausreichender mechanischer Festigkeit, haben Brennstoffzellen mit Keramik-Elektrolyten deshalb ein hohes Gewicht, nehmen ein großes Volumen ein und sind zudem wegen der hohen Kosten für die Keramikmaterialien sehr teuer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vom Bauraum, Gewicht und von den Herstellungskosten her möglichst günstige Brennstoffzelle zur Erzeugung elektrischen Stroms aufzuzeigen, die eine hohe mechanische Festigkeit aufweist und mit hohem Wirkungsgrad betreibbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Einrichtung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Verwendung von Glas mit elektrolytischer Leitfähigkeit für Wasserstoffionen ermöglicht die Herstellung von Brennstoffzellen mit geringem Gewicht und Volumen. Denn das Material Glas gewährleistet die erforderliche Gasdichtheit auch in Ausführung mit sehr dünnen Schichten. Außerdem besitzt der Werkstoff Glas auch eine hohe mechanische Festigkeit. Durch wellenförmige Ausbildung des Elektrolyten und der Elektroden in zweckmäßigen Ausgestaltungen nach den Unteransprüchen läßt sich insbesondere die Festigkeit erhöhen und dabei eine große Oberfläche der Elektroden erzielen, so daß hohe Stromdichten und ein insgesamt hoher Wirkungsgrad der Brennstoffzelle erreichbar ist. Durch günstige Ausbildung der weiteren Bauelemente der Brennstoffzelle, wie der seitlichen

Dichtfolien und geschickte Anordnung der Kanäle zur Zu- und Abfuhr der Stoffströme lassen sich in Verbindung mit den verwendeten Materialien die Herstellungskosten besonders niedrig halten.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben; es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Anzahl im Stapel angeordneter Brennstoffzellen,

Fig. 2 die Draufsicht auf eine zur seitlichen Abdichtung und Abstandhaltung vorgesehene Dichtfolie mit Bohrungen zur Zu- und Abfuhr der Stoffströme.

In Fig. 1 ist ein Stapel aus mehreren Brennstoffzellen 1 dargestellt. Jede Brennstoffzelle 1 besteht aus zwei Elektroden 3 und 5, die durch einen Elektrolyten 2 getrennt sind. In einen Reaktionsraum 4, der an die Elektrode 3 — Lufterlektrode — angrenzt, wird Verbrennungsluft eingeleitet. In einen Reaktionsraum 6, der an die Elektrode 5 — Brennstoffelektrode — angrenzt, wird ein Brennstoffgasgemisch eingeleitet. Die Trennwände zu benachbarten Brennstoffzellen 1 bilden jeweils Metallfolien 7, die an den Wellenrücken der wellenförmig ausgebildeten Elektroden 3 und 5 jeweils elektrisch leitend anliegen. Durch die wellenförmige Ausbildung von Elektroden 3, 5 und Elektrolyt 2 wird eine hohe mechanische Festigkeit der Brennstoffzellen erreicht. Insbesondere sind aber auch die Elektrodenoberflächen groß, so daß ein hoher Wirkungsgrad erreicht wird. Zur weiteren Steigerung der mechanischen Festigkeit sind die Wellenrichtungen von im Stapel aufeinanderfolgenden Brennstoffzellen 1 jeweils um 90° versetzt angeordnet. Die seitliche Abdichtung der Struktur erfolgt durch eine Dichtfolie 8 aus einem PTFE-Material, die zwischen Metallfolie 7 und Elektroden 3 und 5 liegt. Die aus Elektroden 3, 5 und Elektrolyt 2 gebildete Schicht besitzt einen rundum ebenen Rand. Die Ausbildung einer derartigen Dichtfolie 8 mit Bohrungen 9, 10, 11 und 12 in den Eckbereichen zur Zu- bzw. Abfuhr der Stoffströme ist in Fig. 2 ersichtlich, die eine Draufsicht auf eine Dichtfolie 8 darstellt.

Die Brennstoffzelle 1 dient zur direkten elektrochemischen Umwandlung chemischer Energie aus den meisten herkömmlichen Brennstoffen, wie beispielsweise Dieselöl, Kerosin, Benzin, verschiedene Alkohole und auch Butan, Propan und Methan. Dabei wird Luft als Oxidationsmittel bei einer Betriebstemperatur zwischen 120°C und 250°C benötigt. Die Verbrennungsluft und das Brennstoffgasgemisch, das aus Wasserdampf, einem der genannten Brennstoffe und einem sogenannten Katalysatorgas besteht, muß erwärmt werden. Hierzu werden Heizeinrichtungen, wie beispielsweise Wärmetauscher, benötigt, was jedoch im weiteren nicht genauer dargestellt ist. Ferner werden zum Zu- und Abführen und zum Dosieren der Stoffströme geeignete Regeleinrichtungen benötigt, was im weiteren jedoch ebenfalls nicht näher ausgeführt werden soll.

Die Elektroden-schichten, die in Kontakt mit Verbrennungsluft bzw. dem Brennstoffgasgemisch stehen, haben die folgenden Eigenschaften: Sie sind stark porös und haben damit eine große innere Oberfläche. Sie besitzen Leitfähigkeit für Elektronen und ebenso für Wasserstoffionen bzw. Protonen. Zur Verbesserung der Leitfähigkeit sind Metallfäden oder Metallgewebe eingebaut, die eine geringe Maschenweite besitzen. Die Elektroden haben eine ausgesprochen katalytische Wirksamkeit auf die elektrochemische Elektrodenreaktion und die angekoppelten Folgereaktionen. Durch die Elektrodenreaktion werden an der Oberfläche der

Brennstoffelektrode unter Verbrauch von Wasserdampf Protonen gebildet, die, den Strom tragend, durch die Glasschicht zur Lufterlektrode wandern und dort in einer Protonen/Sauerstoffreaktion entladen und in Wasserdampf umgesetzt werden. Der Brennstoff wird in Kohlendioxyd umgesetzt. Bei vollständigem Verbrauch von Luftsauerstoff und Brennstoff bestehen die Austrittsgase aus einem Stickstoff/Wasserdampfgemisch, (verbrauchte Luft), bzw. einem Wasserdampf/Katalysatorgas/Kohlendioxydgemisch (verbrauchter Brennstoff).

Das für den Elektrolyten 2 verwendete Glas besitzt eine Leitfähigkeit für Wasserstoffionen. Es besitzt jedoch keine Leitfähigkeit für Elektronen. Das Glas ist ferner absolut gasdicht, sowie säure- und oxydantienresistent.

Die als Trennwände zu den benachbarten Brennstoffzellen 1 dienenden Metallfolien 7 sind säureresistent. Die Metallfolien 7 werden durch Binden oder mechanisches Andrücken elektrisch leitend in Kontakt mit den Elektrodenschichten gebracht. Zur Nutzung der erzeugten elektrischen Energie können die Elektroden 3, 5 in einen Stromkreis mit einem Verbraucher geschaltet werden, was jedoch nicht näher dargestellt ist.

Die zur Abstandhaltung und seitlichen Dichtung dienenden Dichtfolien 8 aus PTFE-Material werden ebenfalls durch Binden oder mechanisches Andrücken zwischen Elektroden 3 und 5 und Metallfolien 7 angebracht. Jede Folienschicht besitzt in den vier Ecken Bohrungen 9, 10, 11 und 12. Jeweils zwei der innerhalb der Dichtfolie 8 liegenden Bohrungen, von denen eine zur Zufuhr und eine zur Abfuhr des Stoffstroms dient, sind über Kanäle in der Dichtfolie 8 mit einem Reaktionsraum verbunden. Da den einander benachbarten Reaktionsräumen jeweils unterschiedliche Stoffströme zugeleitet werden, müssen jeweils unterschiedliche Bohrungspaare mit den verschiedenen Reaktionsräumen verbunden sein. Um dennoch jeweils gleiche, in der Herstellung günstige Dichtfolien 8 verwenden zu können, werden die Dichtfolien 8 jeweils um 90° versetzt angeordnet, wobei jeweils die zwei die Zu- und Abfuhr bildenden Bohrungen, und deshalb zusammengehörigen Kanäle in einander diagonal gegenüberliegenden Ecken angeordnet sind. Die Stoffströme fließen jeweils entlang der Wellenrillen diagonal zur anderen Ecke.

Bei Anordnung der Brennstoffzellen in Stapeln werden die Kanäle 9, 10, 11 bzw. 12 an geeigneten Stellen abgestopft, so daß Gruppen von Brennstoffzellen serpentinartig nacheinander durchströmt werden. Die Serpentineströmung kann auf das Brennstoffgasgemisch beschränkt sein. Eine solche Serpentineströmung läßt durch Vergleich der Zellenspannungen eines Stapels in einfacher Weise die Bestimmung der benötigten Brennstoffmengen zu.

Patentansprüche

1. Elektrochemisch arbeitende Brennstoffzelle, mit zwei sowohl eine Leitfähigkeit für Elektronen als auch für Wasserstoffionen aufweisenden und als Katalysator dienenden Elektroden, die durch einen eine Leitfähigkeit für Wasserstoffionen aufweisenden Elektrolyten voneinander getrennt sind, ferner mit Vorrichtungen zur Wärmeregulierung und zum Zu- und Abführen der reagierenden Stoffe und der Reaktionsprodukte zu und von an die Elektrodenoberflächen angrenzende Reaktionsräume, sowie mit Vorrichtungen zur Abnahme der erzeugten

elektrischen Energie an den Elektroden, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyt (2) aus einem Glas gebildet ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (3, 5) und der Elektrolyt (2) eine im Querschnitt wellenförmige Struktur aufweisen, und die Wellenrücken der Elektroden (3, 5) jeweils an elektrisch leitenden Metallfolien (7) anliegen.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Brennstoffzellen (1) im Stapel angeordnet sind, und die Metallfolien (7) jeweils die Trennwände zwischen den einzelnen Brennstoffzellen (1) bilden.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenrichtungen von einander im Stapel benachbarten Brennstoffzellen (1) über Kreuz verlaufen.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die seitliche Abdichtung einer Brennstoffzelle (1) durch Dichtfolien (8) erfolgt, die in den Randbereichen der Brennstoffzelle (1) zwischen den einen ebenen Rand aufweisenden Elektroden (3, 5) und den Metallfolien (7) angeordnet sind.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzellen (1) im Bereich der Ecken senkrechte, innerhalb der Dichtfolien (8) liegende Bohrungen (9, 10, 11, 12) aufweisen, die zur Zu- und Abfuhr der Stoffströme dienen, wobei jeweils zwei Bohrungen (9, 11 oder 10, 12), von denen jeweils eine zur Zufuhr und eine zur Abfuhr des Stoffstroms dient, durch Kanäle in den Dichtfolien (8) mit einem Reaktionsraum (4 oder 6) verbunden sind.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die den verschiedenen Reaktionsräumen (4, 6) zur Abdichtung zugeordneten Dichtfolien (8) jeweils die gleiche Ausbildung aufweisen, jedoch jeweils um 90° versetzt angeordnet sind, und zwei zur Zu- und Abfuhr eines Stoffstroms jeweils zusammenwirkende Bohrungen (9, 11 oder 10, 12) in einander diagonal gegenüberliegenden Ecken angeordnet sind.

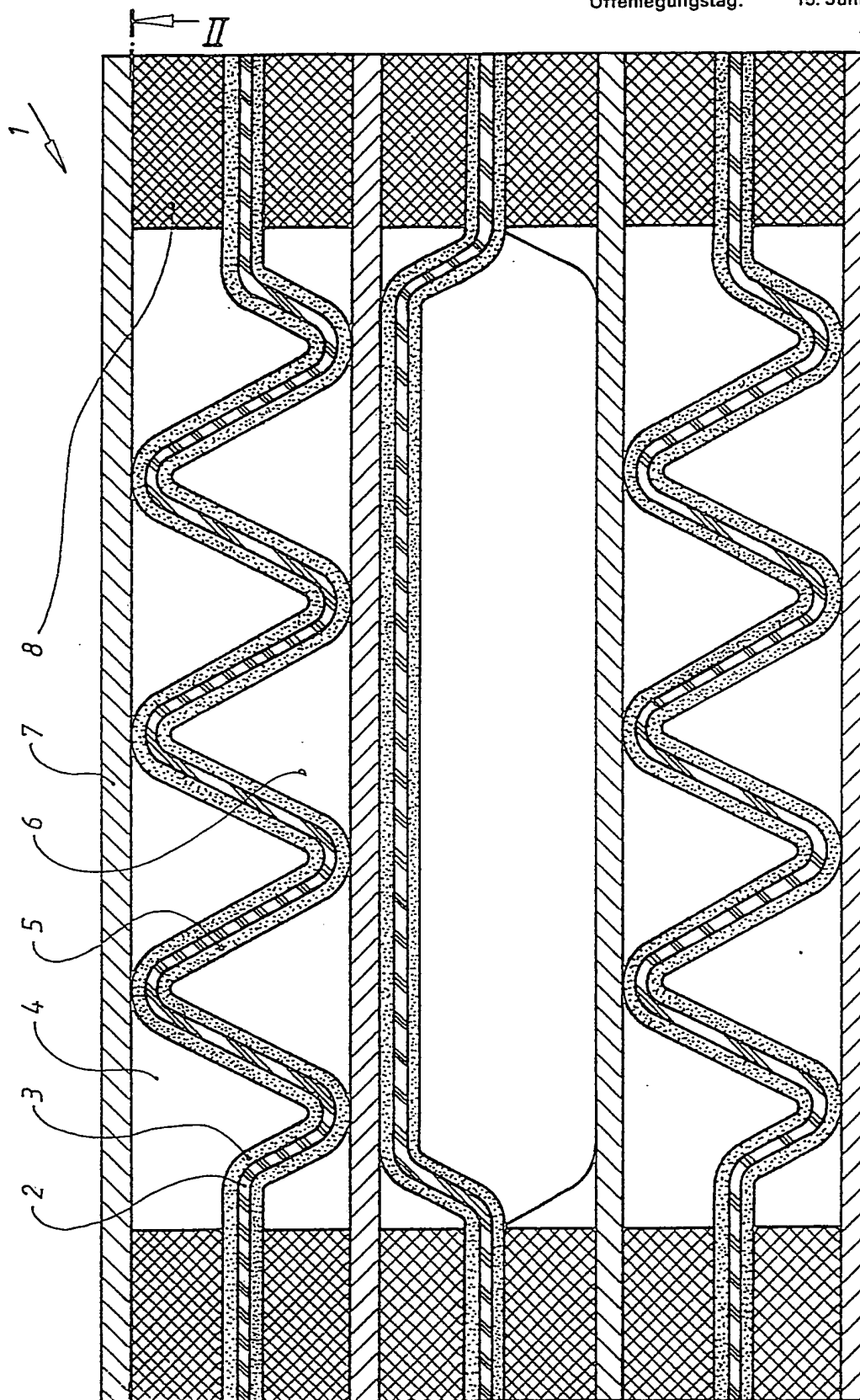
BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

3812813

Nummer: 38 12 813
 Int. Cl.⁴: H 01 M 8/10
 Anmeldetag: 16. April 1988
 Offenlegungstag: 15. Juni 1989

Fig. 1



Best Available Copy

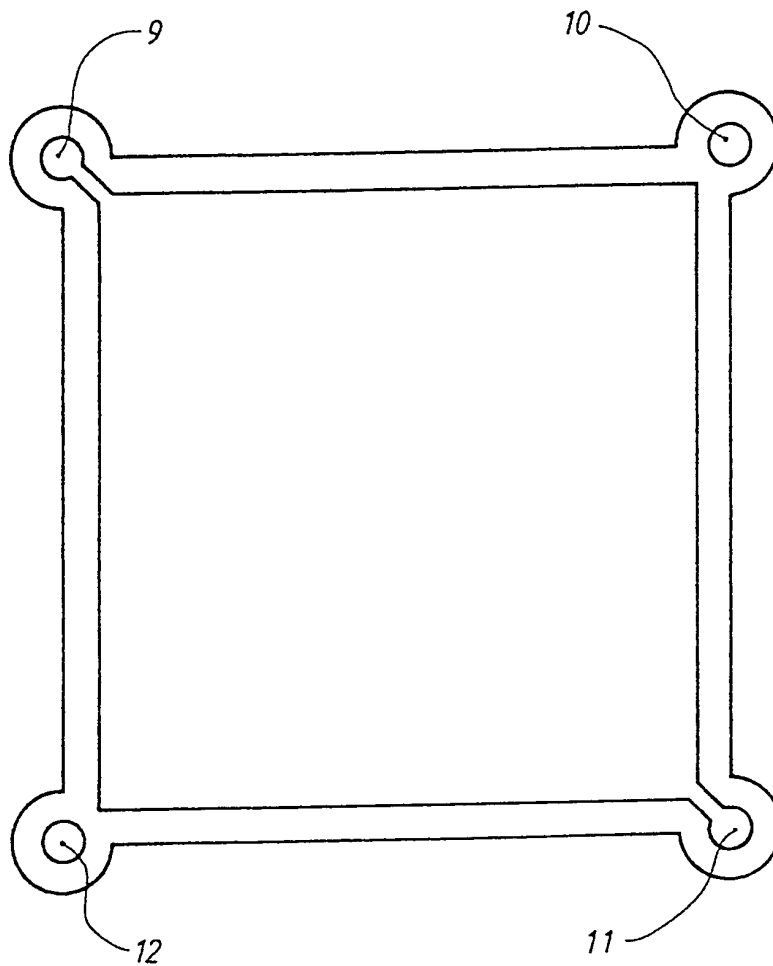
FIG. 1

15.04.88

3812813

10 *

Fig. : 10 : 11



BEST AVAILABLE COPY

FIG. 2

15.04.88

88015